

# **Communications protocol for packet data particularly in mesh topology wireless networks**

**Publication number:** JP2003501941 (T)

**Publication date:** 2003-01-14

**Inventor(s):**

**Applicant(s):**

**Classification:**

**- international:** *H04L12/28; H04L12/56; H04L29/06; H04L12/28; H04L12/56; H04L29/06; (IPC1-7): H04L12/28; H04L29/06*

**- European:** H04L12/56B; H04W72/12

**Application number:** JP20010502248T 20000605

**Priority number(s):** US19990328105 19990608; WO2000US15482 20000605

**Also published as:**

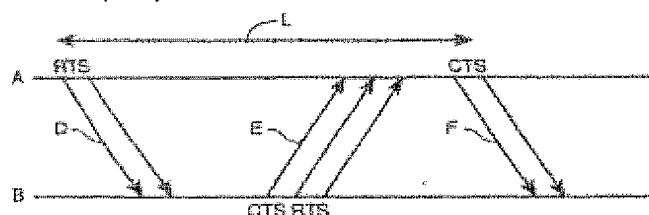
EP1059773 (A2)  
EP1059773 (A3)  
EP1059773 (B1)  
US6363062 (B1)  
WO0076088 (A1)

more >>

Abstract not available for JP 2003501941 (T)

Abstract of corresponding document: **EP 1059773 (A2)**

In a wireless mesh topology data communications network, a communications method having a type of handshaking protocol for data exchange. A portion of the protocol is synchronous, using a schedule of control channel sessions held at all mutually communicating nodes of the network and a portion of the protocol is asynchronous, relying upon gaps between control channel sessions for transmission of requested data. Nodes (A, B) which are in line of sight relation request data from each other using a request to send (RTS) message and a clear to send (CTS) message. A requesting node sends an RTS message to a neighbor node with information about gaps specifying the location of requested data. A supplying node transmits a potential schedule for sending requested information and the requesting node sends a CTS message agreeing upon the schedule.; The potential schedule includes a number of available gaps between known control channel sessions. Because transmissions are scheduled, rapidly switchable directional antennas at requesting and supplying nodes may be used with good advantage.



**FIG. 2**

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号  
特表2003-501941  
(P2003-501941A)

(43) 公表日 平成15年1月14日 (2003.1.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 L 12/28 29/06	2 0 0	H 0 4 L 12/28 13/00	2 0 0 Z 5 K 0 3 3 3 0 5 A 5 K 0 3 4

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2001-502248(P2001-502248)  
(86) (22) 出願日 平成12年6月5日(2000.6.5)  
(85) 翻訳文提出日 平成13年12月7日(2001.12.7)  
(86) 国際出願番号 P C T / U S 0 0 / 1 5 4 8 2  
(87) 国際公開番号 W O 0 0 / 0 7 6 0 8 8  
(87) 国際公開日 平成12年12月14日(2000.12.14)  
(31) 優先権主張番号 0 9 / 3 2 8 , 1 0 5  
(32) 優先日 平成11年6月8日(1999.6.8)  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)  
(81) 指定国 C A , C N , F I , I L , J P ,  
K R

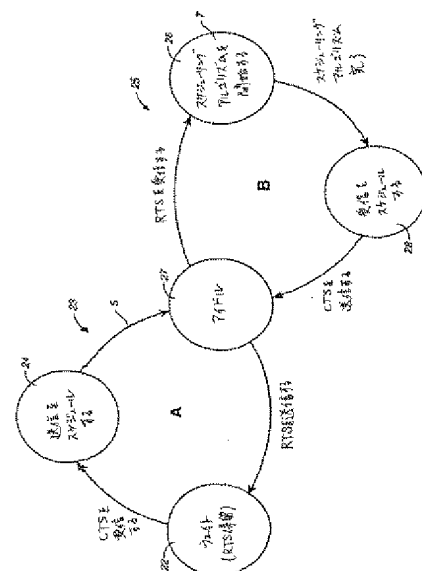
(71) 出願人 ケアリー・コーポレイション  
アメリカ合衆国、94086 カリフォルニア  
州、サニイバール、サンタ・アンナ・コー  
ト、295  
(72) 発明者 アーロンソン、イタイ  
アメリカ合衆国、94010 カリフォルニア  
州、バーリンゲーム、ベルビュウ・アベニ  
ュ、1210、ナンバー・204  
(72) 発明者 ウォーフォルク、パトリック・エイ  
アメリカ合衆国、95008 カリフォルニア  
州、キャンベル、レッドニング・パーク・  
レーン、1526  
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外5名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 特にメッシュ型トポロジ無線ネットワークにおけるパケットデータのための通信プロトコル

(57) 【要約】

プロトコルの一部は同期式であり、ネットワーク (11) のすべての相互通信ノード (12-19) において保持される制御チャネルセッションのスケジュールを用いており、プロトコルの一部は非同期式であり、要求されたデータの送信のために制御チャネルセッションの間のギャップに依存する。アイドル状態から、ノード (A) は、ノードのスケジュールにおける自由時間についての情報を含む R T S (送信準備完了) メッセージをノード (B) へ送る。隣接ノード (B) はノード (A) へ、何らかの相互に合意可能な時間における送信を許可する C T S (送信可) メッセージを送る。隣接ノード (B) はノード (A) に、隣接ノードのスケジュールされていない時間についての情報を含む R T S メッセージを送る。ノード (A) は隣接ノード (B) へ、何らかの相互に合意可能な時間における送信を許可する C T S メッセージを送る。データ送信のための潜在的なスケジュールには、既知の制御チャネルセッション間の利用可能なギャップの数が含まれる。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 通信するノード間に見通し線配置を有する複数の相互接続されたノードを有するタイプの無線パケット電波メッシュ型トポロジ通信システムにおいて、ノード間での通信方法は

時間を既知の長さの同期フレームに分割するステップと、

各フレーム内で、制御情報に対するタイムスロットを設け、それによって同期制御チャネルをもたらすステップと、

通信するノード間で、各通信するノードにおいて制御情報を用いて制御チャネルタイムスロットの間に非同期のデータの送信または受信をスケジュールし、これによってデータチャネルをもたらすステップとを含む、方法。

**【請求項2】** イニシエータノードおよびレシピエントノードの、2つのノード間の制御チャネルにおいて、各ノードはスケジュールを有し、前記制御チャネルはさらに通信プロトコルを有し、前記通信プロトコルは

イニシエータがレシピエントに、送信要求(RTS)メッセージと、前記イニシエータのスケジュールにおけるスケジュールされていない時間について前記レシピエントに知らせる追加のデータとを提示することと、

前記レシピエントが前記イニシエータに、イニシエータのスケジュールされていない時間の提示に基づいて相互に合意可能な時間である送信スケジュールを前記イニシエータに提示される送信可(CTS)メッセージにおいて与えることを含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項3】** 前記イニシエータに提示される前記レシピエントのCTSメッセージに、そのスケジュールされていない時間のスケジュールを送信要求(RTS)メッセージにおいて付与するステップと、

前記イニシエータが前記レシピエントに、送信可(CTS)メッセージを用いてスケジュールされていない時間における同意した時間のための送信スケジュールを与えるステップとによってさらに規定される、請求項2に記載の方法。

**【請求項4】** 各ノードが、データパケットを送信するための利用可能な時間を予め公表するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項5】** 各ノードが、隣接ノードからデータパケットを受信するため

の時間を予め割当てするステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項6】 各フレームにおいて前記制御チャネルを循環的に繰返すステップによりさらに規定される、請求項1に記載の方法。

【請求項7】 制御情報のためのタイムスロットを設ける前記ステップおよびスケジューリングのために各通信するノードにおいて制御情報を用いる前記ステップは

前記通信するノード間で半二重無線通信をもたらすステップと、

各ノードから、データチャネルの直中の制御チャネルマイクロスロットのスケジュールを通信するステップとを含み、各ノードはそれが通信するすべてのノードのマイクロスロットのスケジュールを有しており、さらに

第1のノードにおいて、各マイクロスロットにおける制御チャネルデータを読み、要求側ノードによる要求を示す利用可能なギャップのスケジュールを含む送信要求(RTS)メッセージを探すステップと、

前記第1のノードと見通し線関係にある第2のノードにおいて、前記第1のノードのRTSメッセージを読み、前記第1のノードの前記要求を受信するためのスケジュールに同意する、利用可能なギャップのスケジュールを含む送信可(CTS)メッセージによって返答し、また、要求されたデータを供給するための利用可能なギャップのスケジュールを伴うRTSメッセージを前記第1のノードに送るステップと、

前記第1のノードにおいて、前記第2のノードの前記RTSメッセージに対し、前記要求されたデータを受信するための利用可能なギャップのスケジュールに合意するCTSメッセージによって返答するステップとを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項8】 前記第1のノードと前記第2のノードとの間で方向的に切換可能なアンテナを用いるステップをさらに含む、請求項7に記載の方法。

【請求項9】 第3のノードにおいて、各マイクロスロットにおいて制御チャネルデータを読み、要求側ノードにより要求されるデータを示すマイクロスロット間の利用可能なギャップのスケジュールを含む送信要求(RTS)メッセージを探すステップと、

前記第3のノードと見通し線関係にある第2のノードにおいて、前記第3のノードの前記R T Sメッセージを読み、要求されたデータの要求を受信するためのスケジュールに合意する、マイクロスロット間の利用可能なギャップのスケジュールを含む送信可（C T S）メッセージによって返答し、また、前記要求されたデータを供給するための利用可能なギャップのスケジュールを伴うR T Sメッセージを前記第3のノードに送るステップと、

前記第3のノードにおいて、前記第2のノードの前記R T Sメッセージに対し、前記要求されたデータを受信するための利用可能なギャップのスケジュールに合意するC T Sメッセージによって返答するステップとをさらに含む、請求項7に記載の方法。

【請求項10】 前記R T Sメッセージにおけるギャップの数は少なくとも2つである、請求項7に記載の方法。

【請求項11】 相互に通信するノードが入る際または出る際に、制御チャネルマイクロスロットの新しいスケジュールが各ノードから通信される、請求項7に記載の方法。

【請求項12】 ギャップは、前記ギャップの持続時間が最小の特定された持続時間より短い場合に無視される、請求項7に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【技術分野】**

この発明は、無線電波通信方法に関し、特にネットワークノード間のパケットデータ通信方法に関する。

**【0002】****【背景技術】**

マルチギガヘルツスペクトルにおいて動作する広帯域無線ネットワークには、多様な場所において顧客に多数のサービスを届けられる可能性がある。スペクトルの高い周波数により、空間的領域当りのネットワーク当りの大量の帯域幅を用いて高い容量を有する無線ネットワークを展開することが可能となる。これまで、電波スペクトルは、たとえばテレビジョン帯域、アマチュア無線帯域、航空帯域などの個別のサービスまたは使用に対して認可されていた。各帯域において、個々のユーザは、リンクベースで認可されており、ある帯域内のすべてのユーザが認可されていた。1998年には、FCC（連邦通信委員会）はこのアプローチから離れて、ローカルマルチポイント分配システム（LMDS）において使用するための27GHz帯域および31GHz帯域における大量の電波スペクトルを競売にかけた。同様のスペクトル帯域がカナダ、オーストラリア、ニュージーランドおよびアルゼンチンにおいて使用するために開かれた。欧州においては、24.5GHzから26.5GHzの間の電波スペクトルもまた、マルチポイント使用に割当てられた。数多くの国々が、10GHzから40GHzの間の高周波スペクトルにおけるさまざまな帯域をリングごとのベースではなく指定区域ベースでの使用のために開放する過程にある。電波スペクトルを認可するにあたってのアプローチ（特定区域対リンク）のこの主な差異により、大きい地形的区域を網羅しかつその領域において見通し線（line of sight）関係にある顧客に接続性サービスを提供するネットワークをネットワークオペレータが構築することが可能となる。これは、ミリメートル波送信が、通信し合う送信機および受信機の間の見通し線に依存するためである。

**【0003】**

1988年以後の新しい規制上の取決めから、ポイントマルチポイント無線システムが発達することとなった。これらのシステムは一連の基地局に基づいており、トランシーバが基地局のセクタアンテナの方を向いている顧客を含むセクタに分割されるセルをセクタの送信機および受信機がカバーする。これらの顧客は、基地局から下流に一斉送信される情報を受信し、彼らに向けられた情報を選択する。上流側で、基地局は、TDM A（時分割多元接続）モードにおいてはタイムスロットを、FDM A（周波数分割多元接続）モードにおいては周波数スロットを、遠隔地の顧客のトランシーバの各々に対して割当て、これらの顧客が送信する必要がある情報の量に基づいて情報のポーリングを可能にする。

#### 【0004】

通信のためのデータプロトコルは「層」として知られているが、これは、各層が通信システムの1レベルであり、それ自体の規則を有しており、多くの場合、そのレベルの動作が唯一の関心事であるという人々が存在するためである。「層」の概念は数多くのデータ通信教本において説明されており、以下のように要約してもよい。最も低い層とみなされているハードウェアから始めると、電波通信を可能にする装置は「物理層」として知られ、一方、消費者によって実行されるアプリケーションである最も高いレベルは「応用層」として知られる。物理層の真上は「リンク層」であり、これはエラーのないデータの送信を管理する。その次が「ネットワーク層」であり、これはネットワークにわたって接続を設けるルーティング機能を行なう。その次が「トランスポート層」であり、これはネットワーク層にアドレスを与え、データが伝送される単位の大きさを定める。その次が「セッション層」であり、これは「開始」および「終了」などの、端末間のコマンドを手配する。応用層のすぐ下でセッション層の上にあるのは「プレゼンテーション層」であり、これは提示されるデータの形式を規定し、異なる端末の要件の差異を克服する。無線ネットワークでは、さらなる層、すなわち「媒体アクセス制御層」またはMAC層が存在しており、これはネットワークトポロジ内で、ネットワーク上の相互接続されたノードのトランシーバ間のデータ通信のためのプロトコルとして用いられる。上述の階層構造において、MAC層は物理層とリンク層との間に存在することとなり、双方の間のインターフェイスとして作用する

。従来、ポイントマルチポイント（PMP）セルラシステムのための媒体アクセス制御（MAC）層は比較的単純なものであり、地上、セルラ移動システムおよび広帯域システムならびに衛星-地上（VSAT）システムのいずれにおいても数多くの無線システムに使用されてきた。

#### 【0005】

MAC層を備えたポイントマルチポイント（PMP）ネットワークの利点は単純であることである。PMPシステムの主な欠点は、下流リンクの一斉送信の性質および上流リンクのポーリングのために生じる。基地局がある特定の周波数およびタイムスロット（TDMA）において送信する際、情報を受信する人を除いてセクタにおけるすべての顧客が何らかの情報を受信することが妨害される。上流方向においては、ある特定の時点においてある特定の周波数で送信することはただ1人の顧客にしかできない。このため、セクタにおける顧客の数が増加すると、顧客当たり利用可能な平均データ速度が低減する。

#### 【0006】

PMPシステムの第2の欠陥は、高い費用のかかる基地局を高い位置において、すべての顧客に対して見通し線が良好であるように設置する必要があることである。これには先行投資が必要となる。

#### 【0007】

第3の欠点は、PMP MAC層のセルラ方式の性質に由来する。ノードはこれらの基地局のセクタランシーバとしか通信することができず、このため、中継を行なうことができず、ルートの多様性も生じない。基地局から加入者ユニットまでに見通し線が存在しない場合、すべての顧客が接続できるように新しい基地局を建設する必要がある。

#### 【0008】

G・フラマー（G. Flammer）への米国特許第5,903,566号において、ブロックごとに大きなデータファイルを送信するためのマルチノードメッシュ型トポロジ無線ネットワークが開示される。この伝送プロトコルは、要求されたコードブロックの有効性を検査することを含む。無効ブロックに対しては、原始ノードはそのパケット送信バッファを解放し、プロセスが終了する。有効ブロック



に対しては、原始ノードはブロックを宛先ノードへ送り、次にそのパケット送信バッファを解放してプロセスが終了する。ブロックの転送に対する通信プロトコルは特定されていない。

#### 【0009】

##### 【発明の概要】

ケーブル応用において、メッシュ型トポロジネットワークは回避される。これは、「 $n$ 」個のノードに対してすべてのノードを接続するのに  $n(n-1)/2$  個の回路が必要となるためである。しかしながら、メッシュ型トポロジネットワークは、IP（インターネットプロトコル）ネットワークのように、特にパケットデータがデータ送信に用いられる場合の広帯域無線応用には理想的である。この発明は、特にメッシュ型トポロジネットワーク、またはパケットベースでの他のタイプのネットワークトポロジにおける効率のよいデータ送信を可能にするように設計される新しいタイプの空間および時間切換MAC層プロトコルに関する。

#### 【0010】

メッシュ型ネットワークの利点は以下のとおりである。（1）ネットワークは、ノード間で情報を中継することを可能とし、これによってその区域における見通し線（LOS）通信を確立することができる他のノードを介して顧客とバックボーンアクセスポイント（BAP）との間での信頼性における接続を可能にし、関連のある区域のカバレッジの高さが達成される。（2）ネットワークは顧客を中心に構築される。ネットワーク帯域幅容量は、データフローのための複数の並行パスの作成により、ネットワークをつなぐノード（顧客）の数が増加するにつれて増大する。（3）ルートの多様性および負荷の最適配分は、ノードから他のノードへの複数のルートが利用可能であることにより可能となる。

#### 【0011】

このシステムを実装する上での困難は、利用可能な見通し線距離および利用可能なリンクを有するノードの相対的场所、ならびに他のノードにおいて始まり、また終わるバーストデータトラフィックからの可能な干渉に基づいて、ノード間のデータ送信を制御しかつ同期化するためのアルゴリズムを有している必要があ

ることである。IPタイプのネットワークでは、データパケットはランダムに生成され、発信セルおよび宛先セルもランダムである。このため、最適トラフィックコーディネーションをパケットごとに調節すべきである。さらに、ファイバまたは銅の物理的に接続されたネットワークに比べ、無線無線メッシュはトランシーバと複数のビームを有する指向性アンテナとを有し、その間で切換えを行なう能力を有していてもよい。このため、空間および時間切換MACアルゴリズムは、異なるノード間の伝搬遅延、各ノードにおける異なるアドレスによるデータの待ち合わせ、および複数のノードから送信する時間と、宛先ノードの場所に基づいて異なる遅延において複数の異なるノードで受信する時間との同期を考慮に入れなければならない。

#### 【0012】

この発明は、同位通信やノード-BAPおよびBAP-ノードにおけるネットワークノード間のIPタイプのパケットデータフローを伴うメッシュ型ネットワークの実装を効率よく可能にする適応型空間および時間切換(STS)MACプロトコル設計を特徴とする。ネットワークは、TDD(時分割全二重無線ラジオ)が、異なるリンクにおいて同時に複数の周波数においてまたは同じ周波数において動作する状態で動作してもよい。STS-MACプロトコルはトラフィック負荷に基づいて容量を割当ててゐる。

#### 【0013】

この発明のSTS-MACプロトコルの基本原理は、同期スケジュール情報をノード間の制御チャネルとして使用して、非同期可変長パケットデータスロットをスケジュール情報タイムスロットの間に割当ててゐることである。利用可能なデータスロットは、イニシエータによって要求されるタイムスロットとレシピエントの利用可能なタイムスロットとに基づいて各レシピエントノードによってデータイニシエータノードに対し、適応するように割当てられる。

#### 【0014】

この発明の適応型STS-MACプロトコルは、以下の構造を有するネットワークにおける高い帯域幅通信を効率よく支持するように設計される。すなわち、(1)ある程度の無線接続性を有し部分的に(または完全に)接続されたメッシ

ュを形成するノード、(2) 無線メッシュをIPバックボーンに接続する、バックボーンアクセスポイント(BAP)として知られる1つ以上の特殊ノード、である。ネットワークにおけるノードは以下の能力を有する。(1) 各ノードは、その受信側および送信側の方向ビームアンテナを固定数のセクタのうちのいずれにも向けないか、または1つもしくはそれ以上のものに向ける能力を有する。(2) 異なるセクタ上に到達する信号は互いに干渉しない。(3) 通信は半二重であり、ノードは一度に1つのセクタ上だけでしか通信できない。

#### 【0015】

この適応型STS-MACアルゴリズムの発明により、複数の可変宛先アドレスを有し、複数のネットワークノードにおいて開始されるパケットトラフィック負荷の一時的なバーストに基づいてネットワークにおけるノードのサブグループおよび同位の間で複数の同時伝送リンクを作り出すことが可能となり、これにより、所与の空間的に網羅された領域におけるスペクトルの効率のよい使用、パケット担持情報のためのルートの多様性および負荷の最適配分において劇的な向上が可能となる。

#### 【0016】

##### 【発明を実施するための最良の形態】

図1を参照して、完全に相互に接続された見通し線ノード12-19を有する無線メッシュ型トポロジネットワーク11が示される。この発明において、1つのノードが少なくとも1つの隣接ノードとの見通し線通信を有し、その隣接ノードが同様にネットワークの残りの部分との見通し線通信を有するのであれば、すべてのノードが相互接続されている必要はない。ノード間の通信は、この発明のSTS-MACプロトコル方法を用いてパケットによって行なわれる。プロトコルの基本的な特徴は以下のとおりである。時間を既知の長さのフレームに分割する。各フレームにおいて、すべてのノードは、その隣接ノードの各々と制御情報を交換するために用いるスケジュールされたスロット、すなわち制御チャネル、を有する。ノードは制御チャネル送信または受信に関与していないときはいつでも、自由にデータパケットの送信または受信をスケジュールする。制御チャネルの一部として、ビットを送信するために要求が行なわれる。その要求の一部とし

て、要求側ノードのデータチャネルにおけるスケジュールされていない期間、すなわち利用可能な時間またはギャップについての情報が送信される。送信要求（R T S）を受けるノードは送信を認可するかまたは拒否する。認可の一部には、いつそのデータを送信するかについての、要求側のスケジュールから選択されるスケジュールが含まれる。

#### 【0017】

##### S T S MAC層の概観

MAC層は、ペイロードデータ単位（P D U）を生成し消費するリンク層と実際の送信の責任を負っている物理層との間のインタフェースである。MACプロトコルの一般原則は、データ送信をスケジュールするために隣接ノードの各対が制御情報を定期的に通信しなければならないことである。よって、フレームという概念が生じる。いずれのフレームにおいても、ノードはその隣接ノードの各々と通信し、送信要求（R T S）を行ない、送信可（C T S）の認可を行なう。この制御情報を送信し受信するのに費やされる時間を制御チャネルと称する。データ送信は、制御チャネルを避けつつフレーム全体にわたって織り込まれる。MACスケジューリングの性能は以下の要因に依存する。すなわち、（1）フレームの長さ。（2）制御チャネルによって占められるフレームの割合。（3）制御チャネルを中心にデータをスケジュールすることの効率。（4）隣接ノード間でデータ送信をスケジュールすることの効率。

#### 【0018】

##### 制御チャネル

各フレーム内で、各ノードはその隣接ノードの各々と通信しなければならない。基本的な考え方は、送信のための要求が行なわれ、これに送信をいつ行なうことができるかについての何らかの情報が伴うということである。潜在的な受信側はそこで、その要求のすべてまたは一部を許可しなければならないか、またはその要求を全く許可しないなどしなければならない。各隣接ノードに関し、行なわなければならない基本的な通信は以下のとおりである。

#### 【0019】

ノードのスケジュールにおける自由時間についての情報を伴う隣接ノードへの

R T S メッセージ。

【0020】

何らかの相互に合意可能な時間における送信を許可する、隣接ノードからの C T S メッセージ。

【0021】

隣接ノードのスケジュールされていない時間についての情報を伴う、隣接ノードからの R T S メッセージ。

【0022】

何らかの相互に合意可能な時間における送信を許可する、隣接ノードへの C T S メッセージ。上記のやり取りはセッションと称され、図2に示される。

【0023】

図2を参照して、セッションの長さは矢印Lによって示され、これは水平線によって示されるノードAおよびノードBの双方に対して同様であるが、これは斜めの矢印D、EおよびFによって示される伝搬遅延によってオフセットされる。Dの矢印で示されるように、Bノードへ第1のR T Sを送信しているのが見られるAノードがイニシエータであり、データに利用可能な時間のためのAノードのスケジュールを担持する。この後、BノードからAノードへの、合意した時間を伴うC T S送信が続く。Bノードは次に、データに利用可能な時間のスケジュールを伴うR T S送信をAノードに送る。矢印Fは、要求されたデータの送信のための合意した時間を伴う、Aノードによる確認を示す。

【0024】

図3において、制御チャネル論理のための基本的な状態機械がアイドル状態に27について2つのループ23およびループ25を有しているのが示される。アイドル状態から、AノードがBノードへR T Sメッセージを送信し、これは待ち状態22として示され、そこでR T Sスケジュールが確認のため読まれ、合意した送信時間がC T SメッセージとともにノードAへノードBによって送られるのがわかるであろう。次に、送信が状態24として示されるようにノードAによってスケジュールされる。またノードBは、ノードAへの要求とともに利用可能なスケジュールされていないギャップをリストし、これは状態26で示され、ここ

でノードAはスケジューリングアルゴリズムを開始し、スケジュールを作り、これは状態28で示され、またCTSメッセージをノードBへ送信する。このシーケンスはすべての隣接ノードの間で実行される。ノードAとノードBとの間のセッションの長さは以下のものの和である。

【0025】

1. イニシエータAノードからレシピエント隣接BノードへのRTSメッセージの伝搬遅延。

【0026】

2. RTSパケット全体が到達するための伝送遅延。

3. 隣接ノードがRTSをスケジュールするのにかかる処理時間。

【0027】

4. 隣接BノードからイニシエータAノードへ返すCTSメッセージの伝搬遅延。

【0028】

5. CTSメッセージ全体が到達するための伝送遅延。

6. RTSメッセージ全体が到達するための伝送遅延。

【0029】

7. イニシエータが隣接BノードのRTSをスケジュールするのにかかる処理時間。

【0030】

8. CTSパケット全体を送信することの伝送遅延。RTSメッセージとCTSメッセージとが同じ長さを有するものと仮定して、セッションの長さは、

4の制御パケット（メッセージ）長さ+2の伝搬遅延+2の処理時間、である。

すべてのノードは、毎フレームごとにその隣接ノードの各々と少なくとも1つのセッションを有していなければならない、これらのセッションはいずれも重なってはいならない。セッションは固定されたスケジュールで生じる。このスケジュールは、ネットワーク全体に対してグローバルスケジューリングアルゴリズムによって定められる。このアルゴリズムにおいて以下の仮説が立てられる。ネットワーク

のトポロジは既知のものである。隣接ノード間の伝搬遅延は既知のものである。制御パケット伝送遅延は既知のものである。処理時間は一定である。ネットワークにおける各ノードのセッションに対するスケジュールが計算され各ノードに分配される。たとえば、ノードが入ることまたは出ることによってノードのトポロジが変化した場合には、新しいセッションスケジュールを計算し、これをメッシュにおけるすべてのノードに伝搬し、特定された未来の時間において実現する必要がある。

#### 【0031】

すべてのノードは、それ自身の制御チャネルスケジュールに加えて、その隣接ノードの制御チャネルスケジュールを知っている。これは、見通し線通信が存在するすべての隣接ノードについていえることである。また、ノードは、通信があり得ない他の基地局に対する制御チャネルスケジュールを知っていてもよいが、これらの制御チャネルマイクロスロットは無視してもよい。隣接ノードへのデータ通信において、ノードは自らの制御チャネル送信および受信を維持するために送信を中断しなければならない。同様に、ノードはその隣接ノードが制御チャネルを維持できるように送信を中断しなければならない。一斉送信するノードは、隣接ノードの制御チャネルのために休止する際には伝搬遅延を考慮に入れなければならない。制御チャネルに用いられる小さいタイムスロットをマイクロスロットと称する。ノードとその隣接ノードのRTSおよびCTS交換が背中合わせである必要はないが、これは制御チャネルをスケジュールするには効率のよいやり方である。

#### 【0032】

図4Aにおいて、水平線AおよびBはメッシュ型トポロジネットワークにおける2つの隣接ノードを示す。図4Aを参照して、あるノードに対する制御チャネルまたはマイクロスロットが示されている。チャネルのタイミングは既知であり、他のノードに一斉送信される。ノードBに送信する際、Aノードは特にBノードのマイクロスロットに関心があり、これはAノードのマイクロスロットの下に示されるが、同じタイムスケジュール上にある。下方向に下りる矢印Gは、RTSに対するノードA送信機と比較したノードB受信機の伝搬遅れを示す。同様に

、上向きの矢印Hは、R T Sに対するノードB送信機と比較したノードA受信機の伝搬遅れを示す。

#### 【0033】

図4Bにおいて、ノードBのマイクロスロットは伝搬遅延を考慮に入れてノードAにマッピングされているが、これは、ノードAが隣接ノードのマイクロスロットスケジュールを知っていなければならないためである。Aノードのライン上の色の濃い長方形はBノードの制御チャネルである。Aノードラインにおいて組合されたマイクロスロットの間にギャップが存在することに注目されたい。これらのギャップは、AからBへの送信のためのデータチャネルによる使用に利用可能である。

#### 【0034】

次に、隣接ノードに対して送信要求R T Sを行なうためのプロトコルを考える。各ノードは、フレームごとに一度、特定の隣接ノードにR T Sコールを行なう機会を有する。最初のステップは、未だスケジュールされていないいくつかのビットをこの隣接ノードに送るために待ち行列に入れるのかを定めることである。完全なビット数が要求される。任意には、要求はより少ない数のビットに限られてもよい。ノードは、それがデータを受取るか送るように既にスケジュールされた時間を追跡する。これらの時間の間にギャップが存在し、スケジュール時間の終りが存在する。ノードは自らが隣接ノードからC T Sを受取ることになる可能な最も早い時間を知っている。次に、ノードは、この時間の後の初めの3つのギャップおよびスケジュール時間の終りを選択し、R T Sの中へ詰める。C T Sに対するギャップの開始および停止時間こそがR T Sの中へ詰められるものである。任意には、より多い数またはより少ない数のギャップを選択することができる。他の基準を用いて一斉送信するギャップを選択することもできる。R T S信号が受信されると（0ビットより多くに対し）、スケジュールを作るのは受信側ノードの責任である。最初のステップは、ギャップおよび受信側ノードからのスケジュール情報の終りならびに受信側ノードのスケジュールにおけるギャップの交差を判定することである。初めの3つのギャップは保持され、残りは捨てられる。第1のギャップから始めて、これらのギャップにおいて可能な限りの量の送信が



スケジュールされる。余分なゆとりがあれば、最後のギャップは短くされるか捨てられる。ギャップが十分に長くない場合には、残りのビットはスケジュールの終りにおいてスケジュールされる。このことにより、最大4つのセグメントにおけるスケジュールされた送信がもたらされる（各セグメントは制御チャネルを中心に織り込まれ、さらなるセグメント化が生じる可能性がある）。あるギャップにおいて送信できるビットの数は2つのノードの制御チャネルスケジュールに依存することに注目されたい。ギャップはR T SフィールドおよびC T Sフィールドにおいて識別されていなければならない。以下のパケット形式表において、ギャップとして識別されるビットは、データが同じフレーム内に見出されるべきである制御チャネルの外側のギャップのアドレスまたは場所情報のためのものである。

【0035】

制御チャネルパケット形式例

【0036】

【表1】

RTS メッセージ(パケット内)	ビット
512 ビットのインクリメントにおける、要求されたビットの数 (0-1024*512 または 128Mbps において 0-3.9msec)	10
ギャップ 1: CTS 到達の終りからの[開始、停止] オフセット (0. -4.096msec、1/8 マイクロ秒の粒度)	30
ギャップ 2: CTS 到達の終りからの[開始、停止] オフセット	30
ギャップ 3: CTS 到達の終りからの[開始、停止] オフセット	30
スケジュールの終り	15
合計	115

CTS メッセージ(パケット内)	ビット
ギャップ 1: CTS 到達の終りからの[開始、停止] オフセット (0. -4.096msec、1/8 マイクロ秒の粒度)	30
ギャップ 2: CTS 到達の終りからの[開始、停止] オフセット	30
ギャップ 3: CTS 到達の終りからの[開始、停止] オフセット	30
ギャップ 4: CTS 到達の終りからの[開始、停止] オフセット	30
合計	120

### 【0037】

RTS パケットおよびCTS パケットは、要求されるまたはスケジュールされるビットが0であっても送ることができる。このことにより、モデム同期および隣接ノード状況の定期的な監視が可能となる。

### 【0038】

#### セッションスケジューリング

制御チャネルは、各ノードがその隣接ノードの各々とフレームごとに少なくとも1つのセッションを有し、かつどの時点においても最大1つのセッションに参与しているようにスケジュールされる。多数のギャップを識別することが必要である場合には、フレームごとに複数のセッションを用いてもよい。フレームの長さは、ノードが送信を要求し許可する機会を有するその最小限の頻度を定める。このように、フレーム長さはネットワークの応答性およびネットワークにおける遅延に影響を及ぼす。フレームがより短ければ応答がより早くかつ遅延がより短くなる

が、これにはデータ帯域幅が減少するという代償を払うことになる。最適に短いフレームにおいてスケジューリングすることは一般的に複雑な問題である。しかしながら、制御チャンネルのための最適スケジュールは概して必要ではないばかりか、必ずしも望ましいものではない。スケジューリングを行なう単純なアルゴリズムは以下のとおりである。

【0039】

1. スケジュールする必要があるすべてのセッションをリストする。
2. あるセッションを選択して、これを可能な限り早期にスケジュールする（いずれのノードが発信元であってもよい）。

【0040】

3. すべてのセッションがスケジュールされるまでステップ2を繰り返す。このようなスケジュールの合目的性は、ネットワークおよびその所望の性能に依存するであろう。上記のアルゴリズムに変更を加えることによって、または多様な代替のアルゴリズムを介してより短いスケジュールを作成できる。

【0041】

例

以下のネットワークのシミュレーションが行なわれた。図1に示されるように、8ノードメッシュであり、完全に接続されたノードが直径3 kmの円にランダムに配置され、128 Mbps 帯域幅を用い、すべてのパケットが完全なトラフィック負荷において1024ビットを有する。各ノードは毎秒 $64 \times 1024$ パケットを生成し、各パケットの宛先は、1マイクロ秒長のマイクロスロットで、10マイクロ秒のスケジュールされた処理時間および378マイクロ秒のフレーム長（制御チャンネルは7.4%である）によって、ノードの隣接ノードからランダムにかつ均等に選択される。最小伝送時間は1マイクロ秒であり、この中でRTSにおいて4つのギャップにスケジュールの終りを加えたものがパスされ、CTSにおいて5つのギャップが戻される。このシミュレーションでは、ギャップ境界に対して恣意的な正確さを仮定しており、ギャップがどのくらい先であるかということに制限がないと仮定する。また、待ち行列長さも制限されていない。

【0042】

図5は、70%負荷においてRTS信号においてパスされた情報の関数としての遅延と比較されるRTS信号において識別されたギャップの数を変化させることの効果を示す。RTSにおいて少なくとも3つのギャップを用いることにより、平均遅延が最小にされる。ギャップの数を増加することの利益は最小であるが、冗長または他の理由のためにこれを行なってもよい。CTS信号には常にRTS信号よりもギャップが1つ多く設けられる。

#### 【0043】

上述の説明においては完全に接続されたメッシュを例示したが、これは要件ではない。この発明は完全に接続されたメッシュに限定されない。図6には、完全に接続されたメッシュのサブセット、すなわち木構造が示される。これは中央ノード33が分岐ノード35および分岐ノード37と通信する階層的組織である。ノード33はリンク39に沿ったバックボーンアクセスポイントと通信していてもよい。分岐ノードは、上の説明と同様の態様でそれぞれサブ分岐ノード41およびサブ分岐ノード43と通信する。この発明の目的のため、木構造に類似したノード構成をメッシュ型トポロジネットワークと定義付けていることを強調しておく。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明を用いた完全に接続されたメッシュ型トポロジネットワークの図である。

【図2】 単一の制御チャネルマイクロスロット内でのこの発明のデータ通信プロトコルを示す2つのノード間の信号セッション図である。

【図3】 図2に例示した制御チャネルの論理のための状態機械図である。

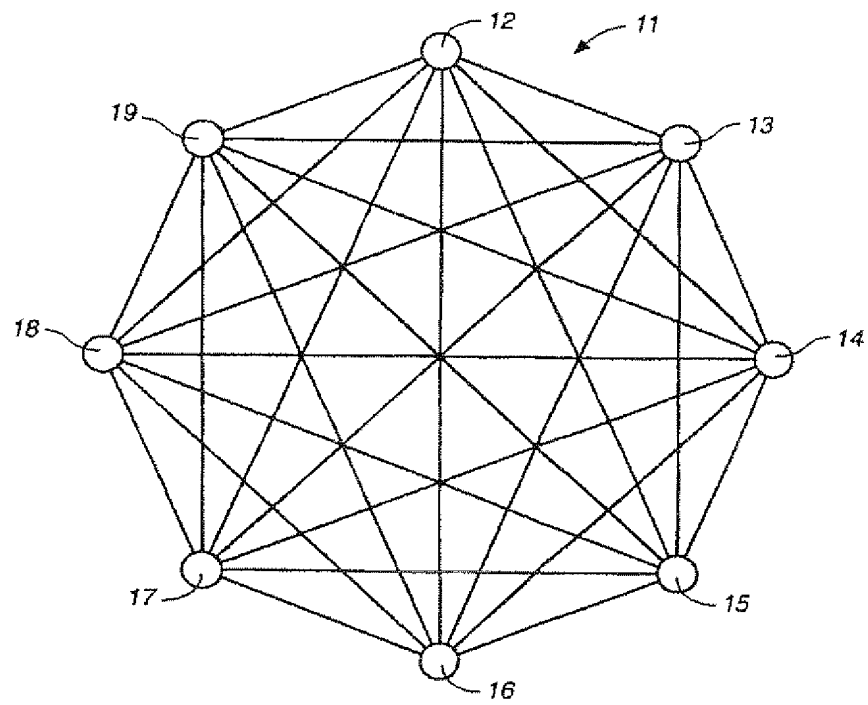
【図4A】 2つのノード間に存在する、図2に例示した種類の複数のマイクロスロットの関係を示す2つのノード間の信号送信図である。

【図4B】 2つのノード間に存在する、図2に例示した種類の複数のマイクロスロットの関係を示す2つのノード間の信号送信図である。

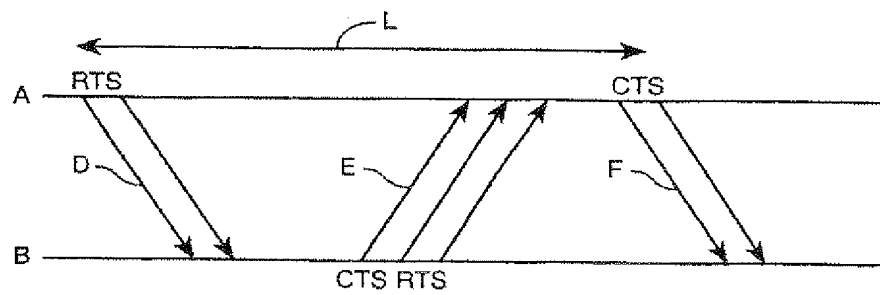
【図5】 平均遅延時間対ギャップのグラフ図である。

【図6】 この発明を用いた木構造ネットワークの図である。

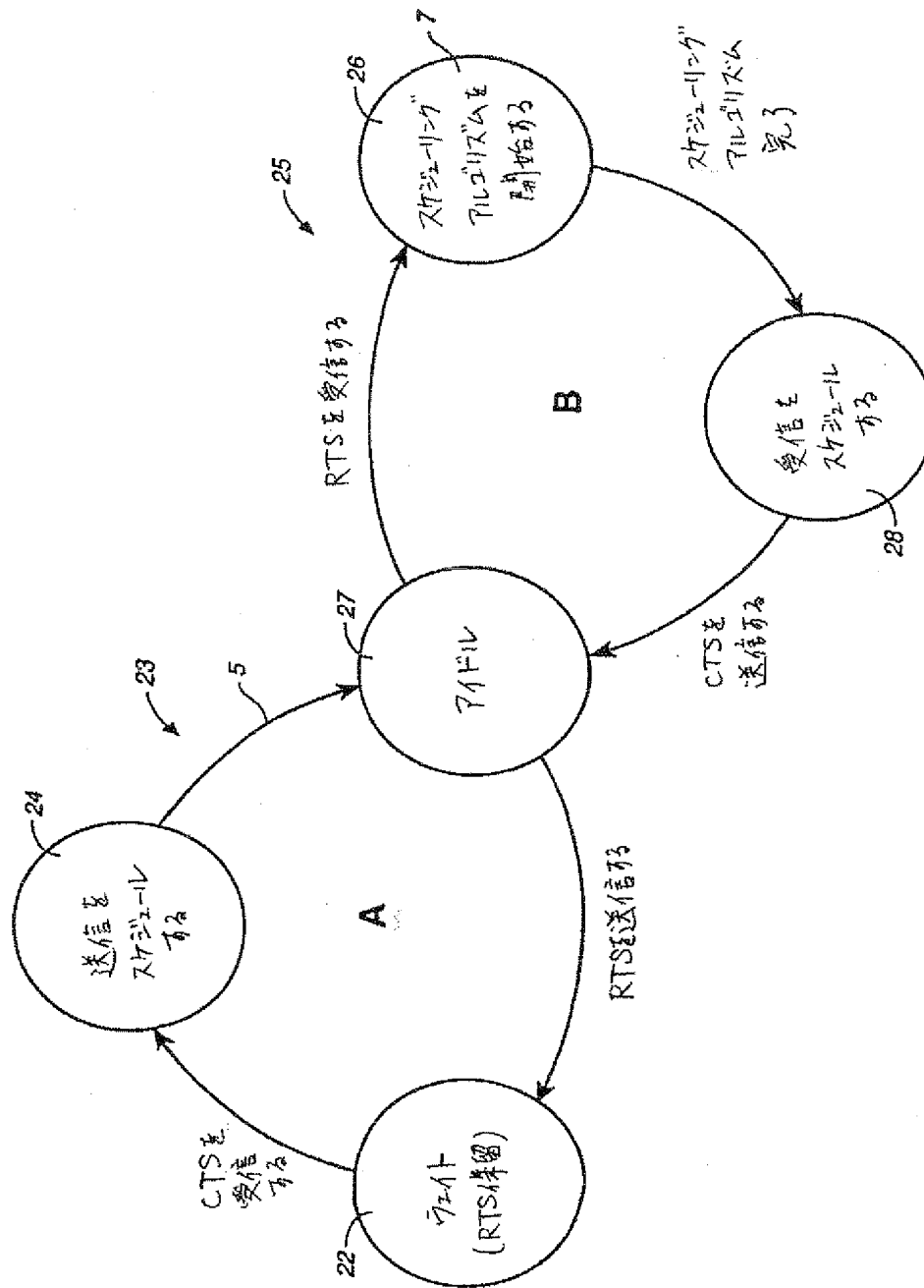
【図1】

**FIG.\_1**

【図2】

**FIG.\_2**

【図3】



【図4A】

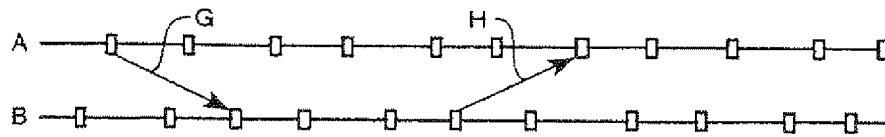


FIG. 4A

【図4B】

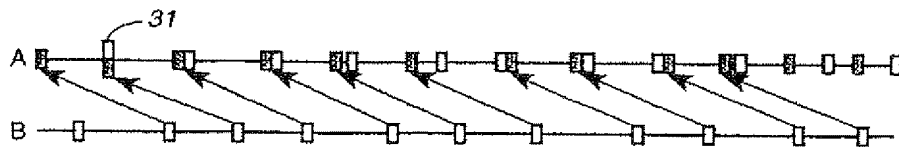
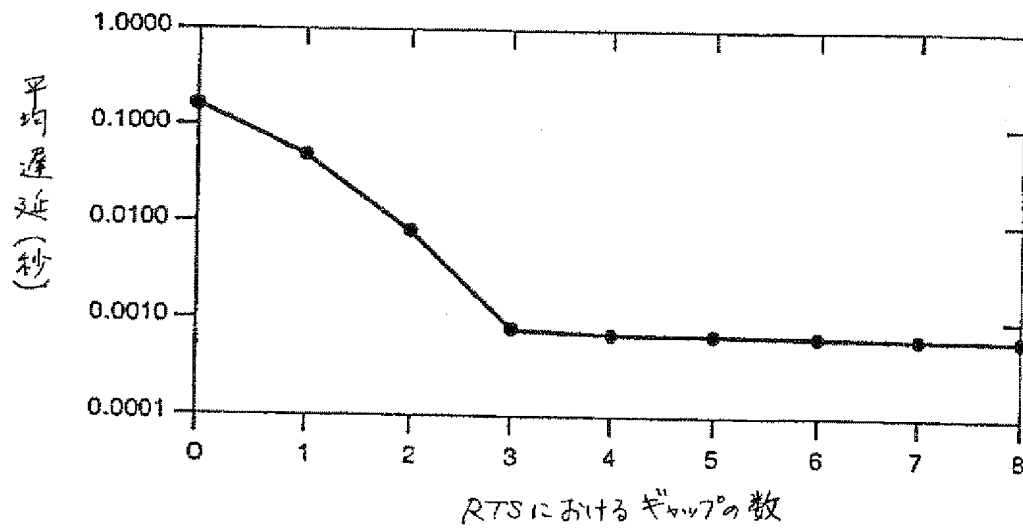


FIG. 4B

【図5】



【図6】

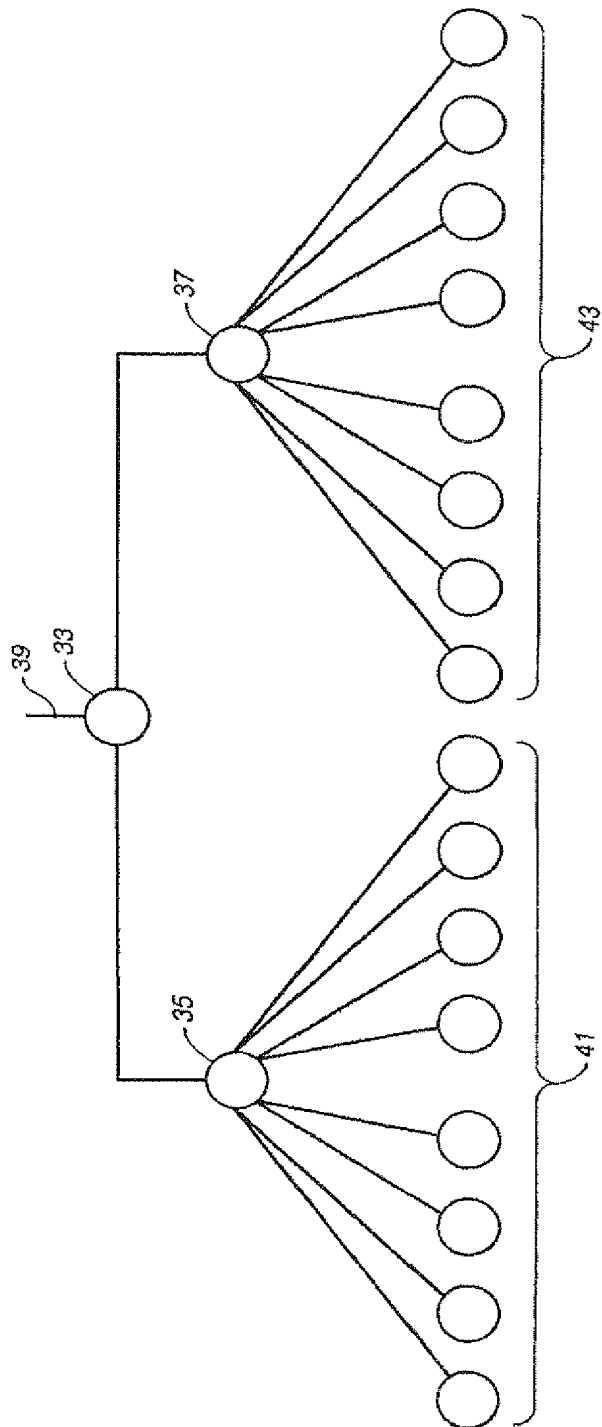


FIG.\_6



【手続補正書】特許協力条約第34条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成13年5月21日(2001. 5. 21)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項1】 複数の相互接続されたノードを有するタイプの無線パケット電波メッシュ型トポロジ通信システムにおいて、ノード間での通信方法は

時間を既知の長さの同期フレームに分割するステップと、

各フレーム内で、隣接ノードの各対に対する予め取決めされたスケジュールに従って、その間に各ノードが対をなす態様で制御情報を交換するタイムスロットを設け、それによって同期制御チャネルをもたらすステップと、

通信するノードの各対の間で、各通信するノードにおいて前記交換した制御情報を用いて、制御チャネルタイムスロットの間に非同期のデータの送信または受信をスケジュールし、これによって前記制御チャネルの直中にデータチャネルをもたらすステップとを含む、方法。

【手続補正書】

【提出日】平成13年12月11日(2001. 12. 11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の相互接続されたノードを有するタイプの無線パケット電波メッシュ型トポロジ通信システムにおいて、ノード間での通信方法は

時間を既知の長さの同期フレームに分割するステップと、

各フレーム内で、隣接ノードの各対に対する予め取決めされたスケジュールに従って、その間に各ノードが通信するノードと制御情報を交換するタイムスロットを設け、それによって同期制御チャネルタイムスロットをもたらすステップと、

通信するノードの各対の間で、各通信するノードにおいて前記交換した制御情報を用いて、制御チャネルタイムスロットの間に非同期のデータの送信または受信をスケジュールし、これによって前記制御チャネルの直中にデータチャネルをもたらすステップとを含み、

これにより、各ノードは制御情報を送り、受けるための定期的にスケジュールされた時間を有し、制御情報の前記予め取決めされたスケジュールを交換した後にその時間におけるギャップが残っており、前記ギャップは前記スケジュールリングによりデータチャネルとしての使用に利用可能である、方法。

【請求項2】 複数の相互接続されたノードを有するタイプの無線パケット電波メッシュ型トポロジ通信システムにおいて、イニシエータノードおよびレスピエントノードを含む2つのノード間での通信方法は

時間を既知の長さの同期フレームに分割するステップと、

各フレーム内で、隣接ノードの各対に対する予め取決めされたスケジュールに従って、その間に各ノードが対をなす態様で制御情報を交換するタイムスロット

を設け、それによって同期制御チャネルをもたらすステップとを含み、前記制御チャネルは通信プロトコルを有し、

イニシエータがレシピエントに、送信要求(RTS)メッセージと、前記イニシエータのスケジュールにおけるスケジュールされていないタイムスロットについて前記レシピエントに知らせる追加のデータとを提示し、前記レシピエントが前記イニシエータに、イニシエータのスケジュールされていない時間の提示に基づいて相互に合意可能な時間である送信スケジュールを前記イニシエータに提示される送信可(CTS)メッセージにおいて与え、さらに

通信するノードの各対の間で、各通信するノードにおいて前記交換した制御情報を用いて、制御チャネルタイムスロットの間に非同期のデータの送信または受信をスケジュールし、これによって前記制御チャネルの直中にデータチャネルをもたらすステップとを含む、方法。

【請求項3】 前記イニシエータに提示される前記レシピエントのCTSメッセージに、そのスケジュールされていない時間のスケジュールを送信要求(RTS)メッセージにおいて付与するステップと、

前記イニシエータが前記レシピエントに、送信可(CTS)メッセージを用いてスケジュールされていない時間における同意した時間のための送信スケジュールを与えるステップとによってさらに規定される、請求項2に記載の方法。

【請求項4】 各ノードが、データパケットを送信するための利用可能な時間を予め公表するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項5】 各ノードが、隣接ノードからデータパケットを受信するための時間を予め割当てするステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項6】 各フレームにおいて前記制御チャネルを循環的に繰返すステップによりさらに規定される、請求項1に記載の方法。

【請求項7】 制御情報のためのタイムスロットを設ける前記ステップおよびスケジューリングのために各通信するノードにおいて制御情報を用いる前記ステップは

前記通信するノード間で半二重無線通信をもたらすステップと、

各ノードから、データチャネルの直中の制御チャネルマイクロスロットのスケ

ジュールを通信するステップとを含み、各ノードはそれが通信するすべてのノードのマイクロスロットのスケジュールを有しており、さらに

第1のノードにおいて、各マイクロスロットにおける制御チャネルデータを読み、要求側ノードによる要求を示す利用可能なギャップのスケジュールを含む送信要求(RTS)メッセージを探すステップと、

前記第1のノードと電波見通し線関係にある第2のノードにおいて、前記第1のノードのRTSメッセージを読み、前記第1のノードの前記要求を受信するためのスケジュールに同意する、利用可能なギャップのスケジュールを含む送信可(CTS)メッセージによって返答し、また、要求されたデータを供給するための利用可能なギャップのスケジュールを伴うRTSメッセージを前記第1のノードに送るステップと、

前記第1のノードにおいて、前記第2のノードの前記RTSメッセージに対し、前記要求されたデータを受信するための利用可能なギャップのスケジュールに合意するCTSメッセージによって返答するステップとを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項8】 第3のノードにおいて、各マイクロスロットにおいて制御チャネルデータを読み、要求側ノードにより要求されるデータを示すマイクロスロット間の利用可能なギャップのスケジュールを含む送信要求(RTS)メッセージを探すステップと、

前記第3のノードと電波見通し線関係にある第2のノードにおいて、前記第3のノードの前記RTSメッセージを読み、要求されたデータの要求を受信するためのスケジュールに合意する、マイクロスロット間の利用可能なギャップのスケジュールを含む送信可(CTS)メッセージによって返答し、また、前記要求されたデータを供給するための利用可能なギャップのスケジュールを伴うRTSメッセージを前記第3のノードに送るステップと、

前記第3のノードにおいて、前記第2のノードの前記RTSメッセージに対し、前記要求されたデータを受信するための利用可能なギャップのスケジュールに合意するCTSメッセージによって返答するステップとをさらに含む、請求項7に記載の方法。

【請求項9】 前記RTSメッセージにおけるギャップの数は少なくとも2つである、請求項7に記載の方法。

【請求項10】 相互に通信するノードが入る際または出る際に、制御チャネルマイクロスロットの新しいスケジュールが各ノードから通信される、請求項7に記載の方法。

【請求項11】 ギャップは、前記ギャップの持続時間が最小の特定された持続時間より短い場合に無視される、請求項7に記載の方法。

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US00/15482
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(7) : H04B 7/212; H04J 3/16; H04L 12/28, 12/43 US CL : 370/346, 347, 348, 406, 407, 408, 442, 443, 444, 458, 459 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 370/346, 347, 348, 406, 407, 408, 442, 443, 444, 458, 459 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CTS OR RTS		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,231,634 A (GILES et al) 27 July 1993, col.2, line 65 to col.4, line 21; col.4, line 45 to col.9, line 21.	1-7, 9-12
Y		8
Y	US 5,828,663 A (KEGAMI) 27 October 1998, see figures 1, 3-5.	8
Y	US 5,844,905 A (MCKAY et al) 01 December 1998, figures 1-3.	8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document published on or after the international filing date "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 JULY 2000		Date of mailing of the international search report 24 AUG 2000
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20230 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer PHUONGCHAU BA NGUYEN Telephone No. (703) 305-9569

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5K033 AA04 CA11 CA12 CB01 CC01  
DA17 DB16  
5K034 DD03 EE03 EE11 PP07